

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :

2 817 234

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national :

00 15513

(51) Int Cl⁷ : B 64 C 27/12, F 16 F 15/03

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 30.11.00.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.05.02 Bulletin 02/22.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : EUROCOPTER Société par actions
simplifiée — FR.

(72) Inventeur(s) : KRYSINSKI THOMASZ et VIGNAL
BERENGÈRE.

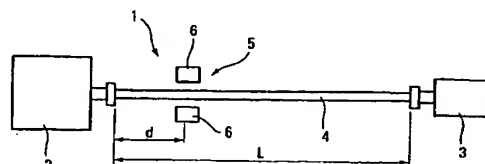
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CABINET BONNETAT.

(54) SYSTÈME DE TRANSMISSION D'UN AÉRONEF, EN PARTICULIER D'UN HELICOPTÈRE.

(57) - Système de transmission d'un aéronef, en particulier
d'un hélicoptère.

- Le système de transmission (1), de type supercritique,
comporte au moins un tube de transmission (4) rotatif qui
est tel qu'au moins une fréquence propre dudit tube de
transmission (4) est inférieure à son régime nominal de ro-
tation, et au moins un amortisseur magnétique (5), actif et
commandable, qui est susceptible d'engendrer une force
magnétique apte à agir sur ledit tube de transmission (4) et
qui est commandé de manière à engendrer une force ma-
gnétique permettant de réduire les vibrations du tube de
transmission (4), au moins lorsque le régime du tube de
transmission (4) se trouve à l'intérieur d'une gamme de fré-
quences prédéterminée, qui est définie autour de ladite fré-
quence propre.



FR 2 817 234 - A1



La présente invention concerne un système de transmission d'un aéronef, notamment d'un hélicoptère.

Plus particulièrement, bien que non exclusivement, ce système de transmission est destiné à la transmission de puissance (sur un hélicoptère) entre la boîte de transmission principale (associée au rotor principal d'avance et de sustentation) et la boîte de transmission arrière (associée au rotor de queue anticouple) de l'hélicoptère.

On sait que pour réaliser une telle transmission de puissance, un système de transmission de type usuel comporte un nombre élevé de pièces telles que des tubes, des éléments de liaison (brides, flectors, ...) et des roulements de guidage. De ce fait, ce système de transmission usuel est notamment lourd, encombrant, coûteux et complexe.

De plus, ce nombre élevé de pièces rend nécessaire la mise en place d'une lubrification importante, présentant bien entendu des inconvénients (coût, risque de fuites, ...). Un tel système de transmission connu nécessite également l'agencement d'une pluralité de paliers pour les tubes, paliers qui présentent eux aussi de nombreux inconvénients, tels que l'introduction de raideurs par exemple.

Pour remédier au moins partiellement à certains de ces inconvénients, on a développé un nouveau type de système de transmission, dit système de transmission supercritique. Un tel système comporte beaucoup moins de pièces mécaniques et les tubes de transmission présentent un diamètre plus important et sont généralement plus longs, ce qui permet notamment de réduire le nombre de paliers. Par conséquent, un tel système de transmission supercritique est plus léger, plus simple à réaliser et moins coûteux.

Toutefois, ce système de transmission supercritique se distingue également dudit système de transmission usuel en ce qu'il présente une ou plusieurs fréquences propres (notamment les fréquences propres de flexion de l'arbre de transmission) qui sont inférieures au régime nominal de rotation de l'arbre (d'où le nom de "système de transmission supercritique"), alors que pour le système de transmission usuel précité (dit "subcritique"), toutes les fréquences propres sont supérieures au régime nominal de rotation.

Dans le cadre de la présente invention, on entend par régime nominal le régime de fonctionnement théorique moyen, maintenu sensiblement constant pour un vol de l'aéronef.

Par conséquent, avec un tel système de transmission supercritique, lors de la montée en régime, lorsque le régime de rotation s'approche d'une desdites fréquences propres, on assiste à une amplification des vibrations engendrées par cette fréquence propre, ce qui peut devenir particulièrement gênant, notamment pour les pilotes et les passagers de l'aéronef, et même, dans certaines circonstances, dangereux, et de plus entraîne une usure accrue des pièces de la transmission ainsi que d'autres organes de l'aéronef.

La présente invention concerne un système de transmission d'un aéronef, en particulier d'un hélicoptère, permettant de remédier à ces inconvénients.

A cet effet, selon l'invention, ledit système de transmission d'un aéronef, de type supercritique, comportant au moins un tube de transmission rotatif qui est tel qu'au moins une fréquence propre dudit tube de transmission est inférieure à son régime nominal de rotation, est remarquable en ce qu'il comporte de plus au moins un amortisseur magnétique, actif et commandable :

- qui est susceptible d'engendrer une force magnétique apte à agir sur ledit tube de transmission ; et
- qui est commandé de manière à engendrer une force magnétique permettant de réduire les vibrations dudit tube de transmission, au moins
5 lorsque le régime dudit tube de transmission se trouve à l'intérieur d'une gamme de fréquences prédéterminée, qui est définie autour de ladite fréquence propre.

Ainsi, grâce à l'invention, lors de la montée (ou de la descente) en régime, lorsque le régime de rotation du tube de transmission s'approche
10 de ladite fréquence propre, c'est-à-dire lorsqu'il se trouve à l'intérieur de la gamme de fréquences précitée, l'amortisseur magnétique conforme à l'invention réalise un amortissement des vibrations. Par conséquent, l'amplification usuelle des vibrations au passage de la fréquence propre ne peut pas se réaliser, ce qui permet d'empêcher la survenance des problèmes
15 précités.

On notera que l'amortisseur conforme à l'invention permet de plus de remplacer un ou plusieurs paliers usuels du tube de transmission.

Le système de transmission conforme à l'invention présente de nombreux autres avantages liés :

- 20 – d'une part, à l'utilisation d'un amortisseur magnétique au lieu d'un palier usuel (par exemple à roulement à billes) ; et
- d'autre part, à l'emploi d'un système supercritique au lieu d'un système subcritique.

En effet, comme indiqué précédemment, un système de transmission
25 supercritique est plus simple, plus léger, moins encombrant et moins coûteux qu'un système de transmission usuel subcritique.

En outre, l'utilisation d'au moins un amortisseur magnétique apporte notamment les avantages suivants :

- une consommation de puissance très faible (environ dix fois moins importante que pour un palier à roulement à billes équivalent), une réduction des pertes et une amélioration des rendements ;
- l'absence de contact mécanique entre les éléments (d'où une absence d'usure), une durée de vie élevée et une grande fiabilité ;
- la possibilité d'obtenir des vitesses de rotation du tube de transmission très élevées ;
- un fonctionnement possible dans des conditions très difficiles, en particulier pour des températures de -160°C à 250°C et dans un environnement très agressif ;
- un système de régulation (boucle d'asservissement) simple, comme précisé ci-dessous ;
- la suppression de l'huile et du système de lubrification ;
- une absence de pollution due à l'huile ou à de la graisse ; et
- la possibilité d'éliminer les capots usuels destinés à l'entretien du système de transmission.

De façon avantageuse, ledit amortisseur magnétique comporte :

- un stator qui comprend au moins un électroaimant ;
- un rotor qui est monté sur ledit tube de transmission et qui est situé dans une zone d'action d'une force magnétique susceptible d'être engendrée par ledit au moins un électroaimant ;
- un générateur de courant électrique pour produire un courant électrique susceptible de circuler dans ledit électroaimant ; et
- des moyens pour commander ledit courant électrique circulant dans ledit électroaimant de manière à contrôler ladite force magnétique qui agit sur le rotor et donc sur le tube de transmission.

De préférence, ledit amortisseur magnétique comporte une pluralité d'électroaimants montés deux à deux en opposition, de part et d'autre dudit tube de transmission.

Dans un mode de réalisation préféré, ledit amortisseur magnétique comporte de plus :

- au moins un capteur pour mesurer le déplacement latéral du tube de transmission ; et
- 5 – une boucle d'asservissement qui commande la génération de la force magnétique agissant sur le tube de transmission, en fonction des mesures réalisées par ledit capteur.

Ainsi, l'amortisseur magnétique est commandé automatiquement, de façon simple et efficace, à l'aide de cette boucle d'asservissement.

10 Ceci évite l'intervention d'un opérateur, en particulier du pilote.

Toutefois, une telle intervention humaine pour commander l'actionnement de l'amortisseur magnétique peut également être envisagée dans le cadre de la présente invention.

Par ailleurs, avantageusement, ledit amortisseur magnétique est

15 formé de manière à engendrer une force magnétique permettant de décaler au moins ladite fréquence propre du tube de transmission. De préférence, ce décalage est limité sensiblement à 3% de la valeur initiale (avant le décalage) de la fréquence propre. Pour ce faire, on conçoit l'amortisseur magnétique de telle sorte que les raideurs résiduelles qu'il apporte soient

20 inférieures à une valeur prédéterminée.

En outre, de façon avantageuse, le système de transmission conforme à l'invention comporte de plus :

- au moins un capteur pour mesurer le déplacement latéral du tube de transmission ; et
- 25 – des moyens de diagnostic qui déduisent des mesures réalisées par ce capteur un éventuel dysfonctionnement du système de transmission, et en particulier de l'amortisseur magnétique.

Bien que non exclusivement, la présente invention s'applique plus particulièrement à un hélicoptère muni, de façon usuelle, d'une boîte de transmission principale et d'une boîte de transmission arrière.

5 Dans ce cas, de façon avantageuse, ledit au moins un tube de transmission du système de transmission est agencé de manière à relier ensemble lesdites boîtes de transmission principale et arrière.

De préférence, ledit système de transmission comporte, dans ce cas, un seul tube de transmission entre les deux boîtes de transmission.

10 Ainsi, il est envisageable de complètement supprimer les paliers usuels.

Par ailleurs, de façon avantageuse, ledit amortisseur magnétique est agencé entre lesdites boîtes de transmission principale et arrière, à une distance de ladite boîte de transmission principale, qui est sensiblement égale à un dixième de la longueur totale dudit tube de transmission.

15 Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 montre schématiquement un système de transmission conforme à l'invention, qui est monté entre deux boîtes de transmission.

20 La figure 2 est un graphique montrant les points critiques lors de la montée en régime du tube de transmission, pour lesquels l'intervention d'un amortisseur magnétique conforme à l'invention est nécessaire.

La figure 3 montre schématiquement un amortisseur magnétique conforme à l'invention.

25 La figure 4 illustre schématiquement une boucle d'asservissement d'un amortisseur magnétique conforme à l'invention.

Le système de transmission 1 conforme à l'invention et représenté (partiellement et schématiquement) sur la figure 1 est destiné à la transmission de puissance entre deux boîtes de transmission 2 et 3 d'un aéro-

nef non représenté. Plus particulièrement, bien que non exclusivement, la boîte de transmission 2 peut être la boîte de transmission principale d'un hélicoptère, qui est reliée au rotor principal d'avance et de sustentation dudit hélicoptère, et la boîte de transmission 3 peut être la boîte de transmission arrière de l'hélicoptère, qui est associée au rotor de queue anti-couple.

Selon l'invention, ce système de transmission 1 qui comporte au moins un tube (ou arbre) de transmission 4 est du type connu dit supercritique. Par conséquent, ce système de transmission 1 présente beaucoup moins de pièces [tubes, éléments de liaison (brides, flectors, ...), roulements de guidage, ...] qu'un système de transmission usuel.

Ce système de transmission 1 est donc, en particulier, plus léger, moins encombrant et moins coûteux (surtout s'il ne comporte qu'un seul tube de transmission 4).

Toutefois, un tel système de transmission 1 supercritique présente plusieurs fréquences propres F_1 , F_2 et F_3 qui sont inférieures au régime nominal RT du tube de transmission 4, comme représenté sur la figure 2.

Il s'agit en l'occurrence des fréquences propres de flexion dudit tube de transmission 4. Toutefois, la présente invention peut prendre en compte d'autres types de fréquence propres.

La figure 2 montre un graphique comprenant en abscisse le régime Ω (exprimé en tours par minute) du rotor principal de l'hélicoptère, associé à la boîte de transmission principale 2, et en ordonnée la fréquence F (exprimée en hertz) comprenant lesdites fréquences propres F_1 à F_3 .

On a de plus représenté sur cette figure 2 :

- en Ω_0 , le régime nominal du rotor principal de l'hélicoptère ;
- en Ω_1 , le régime du rotor principal, lorsque l'hélicoptère se trouve au sol ; et
- en Ω_2 , le régime du rotor, lorsque l'hélicoptère est en autorotation.

Par conséquent, lorsque le tube de transmission 4 monte en régime (avec une montée en régime qui correspond à une augmentation du régime Ω du rotor principal de 0 à 350 tours/minute, par exemple), le régime RT croise les fréquences propres F1 à F3, comme illustré par des points P1 à P3 sur la figure 2.

A ces points P1 à P3, on assiste à une amplification des vibrations générées par ces fréquences propres F1 à F3. De telles vibrations peuvent être gênantes pour les pilotes et les passagers de l'hélicoptère. De plus, elles augmentent l'usure de pièces du système de transmission 1 et de l'hélicoptère.

On notera qu'une autre fréquence propre F4 également représentée sur la figure 2 ne pose, quant à elle, aucun problème de croisement de fréquences, puisqu'elle rejoint le régime RT (en un point P4) pour un régime Ω qui est supérieur au régime maximal Ω_2 .

Selon l'invention, en particulier pour remédier à ces inconvénients, le système de transmission 1 comporte de plus au moins un amortisseur magnétique 5, actif et commandable :

- qui est susceptible d'engendrer une force magnétique apte à agir sur ledit tube de transmission 4 ; et
- qui est commandé de manière à engendrer une force magnétique permettant de réduire les vibrations dudit tube de transmission 4, au moins lorsque le régime dudit tube de transmission 4 se trouve à l'intérieur de gammes de fréquences prédéterminées, qui sont définies autour desdites fréquences propres F1 à F3. Chaque gamme de fréquences correspond, par exemple, à un domaine de fréquences étendu entre ± 5 Hz autour de la fréquence propre, par exemple entre $(F1-5)$ Hz et $(F1+5)$ Hz pour la fréquence propre F1.

Ainsi, grâce à l'invention, lors de la montée (ou de la descente) en régime, lorsque le régime de rotation RT du tube de transmission 4 s'ap-

proche d'une desdites fréquences propres F1 à F3, c'est-à-dire lorsqu'il se trouve à l'intérieur de l'une desdites gammes de fréquences précitées, l'amortisseur magnétique 5 conforme à l'invention réalise un amortissement des vibrations. Par conséquent, l'amplification usuelle des vibrations au passage de la fréquence propre F1, F2, F3 correspondante ne peut pas se réaliser, ce qui permet d'empêcher la survenance des problèmes précités.

On notera que l'amortisseur 5 conforme à l'invention permet, de plus, de remplacer un ou plusieurs paliers usuels du tube de transmission 4.

Dans un mode de réalisation particulier représenté schématiquement sur la figure 3, l'amortisseur magnétique 5 comporte :

- des électroaimants 6 montés deux à deux en opposition de part et d'autre du tube de transmission 4, en étant uniformément répartis autour de ce dernier. Ces électroaimants 6 forment un stator qui coopère avec un rotor 7 monté sur le tube de transmission 4 ;
- ledit rotor 7 non expressément représenté, qui est situé dans le champ électromagnétique formé par les forces magnétiques susceptibles d'être engendrées par les électroaimants 6 ; et
- une unité centrale 8 qui comporte un générateur 9 de courant électrique, de type usuel, qui est susceptible de faire circuler du courant électrique dans les conducteurs électriques 10 desdits électroaimants 6, comme cela est illustré schématiquement pour un seul électroaimant 6 sur la figure 3. L'unité centrale 8 comporte de plus des moyens de commande 11 précisés ci-dessous, pour commander le courant électrique circulant dans lesdits électroaimants 6 de manière à contrôler la force magnétique globale engendrée par ces derniers, qui agit sur le rotor 7 et donc sur le tube de transmission 4.

On notera qu'à titre d'illustration, la figure 3 est partiellement extraite d'un ouvrage intitulé "Techniques de l'Ingénieur", ainsi que d'un article intitulé "Paliers magnétiques" de Helmut Habermann.

Grâce à l'utilisation de cet amortisseur magnétique 5, on obtient les avantages suivants :

- des jeux réduits entre le tube de transmission 4 et l'amortisseur magnétique 5, qui peuvent atteindre 3 à 4 mm, ce qui réduit les risques de contact entre ledit tube 4 tournant et les parties fixes ;
- une consommation de puissance très faible (environ dix fois moins importante que pour un palier à roulement à billes équivalent), une réduction des pertes et une amélioration des rendements ;
- l'absence de contact mécanique entre les éléments (d'où une absence d'usure), une durée de vie élevée et une grande fiabilité ;
- la possibilité d'obtenir des vitesses de rotation du tube de transmission 4 très élevées ;
- un fonctionnement possible dans des conditions très difficiles, en particulier pour des températures de -160°C à 250°C et dans un environnement très agressif ;
- un système de régulation simple (boucle d'asservissement 14), comme précisé ci-dessous ;
- la suppression de l'huile et du système de lubrification ;
- une absence de pollution due à l'huile ou à de la graisse ; et
- la possibilité d'éliminer les capots usuels destinés à l'entretien du système de transmission.

L'amortisseur 5 correspond donc à un palier magnétique radial, de type usuel, qui est de plus actif et réalise une fonction d'amortissement.

Ledit amortisseur 5 comporte, en outre, des capteurs électromagnétiques 12 associés auxdits électroaimants 6 et susceptibles de mesurer des déplacements latéraux du tube de transmission 4.

Un tel capteur électromagnétique 12 détermine, de façon usuelle, sa distance par rapport au tube 4, en fonction du courant électrique circulant dans le conducteur électrique 13 entourant ce capteur 12. A cet effet, le courant électrique circulant dans le conducteur électrique 13 est mesuré et la mesure est transmise à l'unité centrale 8 qui en déduit ladite distance, en comparant de façon usuelle cette mesure à une mesure de référence.

Les moyens de commande 11 de l'unité centrale 8 comportent, de plus, une boucle d'asservissement 14 qui commande, de façon automatique, la variation de l'intensité du courant électrique circulant dans les électroaimants 6 et donc la force magnétique exercée sur le tube de transmission 4, en fonction des mesures réalisées par les capteurs 12.

La boucle d'asservissement 14 comporte, comme représenté sur la figure 4 :

- un moyen 15 comprenant notamment les capteurs 12, pour déterminer la position latérale effective du tube 4 ;
- un moyen 16 contenant une position théorique du tube 4 ;
- un moyen 17 pour calculer la différence entre lesdites positions théorique et effective ;
- une unité de correction 18 déterminant la correction à mettre en œuvre par l'amortisseur magnétique 5 conforme à l'invention, sous forme d'une force (magnétique) corrective devant être exercée sur le tube 4 ;
- un moyen 19 faisant la somme de cette force magnétique corrective et d'une force extérieure perturbatrice, déterminée par un moyen 20 ; et
- une unité de calcul 21 qui détermine la position théorique du tube 4, à l'aide d'une modélisation du système de transmission 1, prenant en compte sa fonction de transfert et ses matrices d'état et qui transmet cette position théorique au moyen 16.

L'unité de correction 18 prend en compte une fonction de transfert $H(p)$ de type PID (proportionnel, intégrale, dérivée) de l'amortisseur 5 qui s'écrit :

$$H(p) = K0/p + K1 + K2.p$$

5 dans laquelle :

- K0 est un terme intégrateur d'amortissement ;
- K1 est un terme proportionnel ; et
- K2 est un terme dérivateur.

10 Le but de l'invention est de contrôler ces termes K0, K1 et K2, selon les fonctions que l'on désire mettre en œuvre.

Bien entendu, comme indiqué précédemment, on peut en premier lieu réaliser une fonction d'amortissement, en introduisant un amortissement, afin de diminuer le niveau vibratoire au passage des fréquences F1 à F3 critiques.

15 Il est également possible de réaliser une fonction de déplacement desdites fréquences propres F1 à F3, en introduisant une raideur.

En général, le déplacement des fréquences propres n'est pas recherché, car un tel déplacement peut être source d'instabilités, en particulier pour un système de transmission 1 d'hélicoptère.

20 Aussi, l'amortisseur 5 est formé de manière à décaler les fréquences propres, uniquement dans une fourchette restreinte, de préférence sensiblement de 3% des valeurs initiales desdites fréquences propres.

L'unité centrale 8 comporte, de plus, des moyens de diagnostic 22 qui peuvent déduire, à partir des mesures réalisées par les capteurs 12 et de la comparaison de ces mesures avec des valeurs de référence, un dysfonctionnement du système de transmission 1. Par conséquent, lesdits capteurs 12 ont un double rôle. Bien entendu, il est également envisageable de prévoir au moins un capteur spécifique, pour réaliser les mesures destinées auxdits moyens de diagnostic 22.

Par ailleurs, on notera que la position de l'amortisseur magnétique 5 le long du tube de transmission 4 est déterminante pour l'efficacité dudit amortisseur 5. Pour cela, il convient de ne pas le positionner sur un nœud de vibration (car il serait inefficace pour le mode correspondant) et donc de choisir une position qui puisse agir sur tous les modes.

De préférence, ledit amortisseur magnétique 5 est agencé entre lesdites boîtes de transmission principale 2 et arrière 3, à une distance d de ladite boîte de transmission principale 2, qui est sensiblement, mais non exclusivement, égale à un dixième de la longueur totale L dudit tube de transmission 4, bien que ces dimensions ne soient pas complètement respectées sur la figure 1 pour des raisons de clarté du dessin.

Cette position peut être optimisée de façon empirique, à l'aide d'essais et de simulations.

REVENDICATIONS

1. Système de transmission d'un aéronef, de type supercritique, comportant au moins un tube de transmission (4) rotatif qui est tel qu'au moins une fréquence propre (F1, F2, F3) dudit tube de transmission (4) est inférieure à son régime nominal de rotation (RT),
5 caractérisé en ce qu'il comporte de plus au moins un amortisseur magnétique (5), actif et commandable :

- qui est susceptible d'engendrer une force magnétique apte à agir sur ledit tube de transmission (4) ; et
- 10 - qui est commandé de manière à engendrer une force magnétique permettant de réduire les vibrations dudit tube de transmission (4), au moins lorsque le régime dudit tube de transmission (4) se trouve à l'intérieur d'une gamme de fréquences prédéterminée, qui est définie autour de ladite fréquence propre (F1, F2, F3).

15 2. Système de transmission selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit amortisseur magnétique (5) comporte :

- un stator qui comprend au moins un électroaimant (6) ;
- un rotor (7) qui est monté sur ledit tube de transmission (4) et qui est situé dans une zone d'action d'une force magnétique susceptible d'être engendrée par ledit au moins un électroaimant (6) ;
- 20 - un générateur de courant électrique (9) pour produire un courant électrique susceptible de circuler dans ledit électroaimant (6) ; et
- des moyens (11) pour commander ledit courant électrique circulant dans ledit électroaimant (6) de manière à contrôler ladite force magnétique qui agit sur le rotor (7) et donc sur le tube de transmission (4).

25 3. Système de transmission selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit amortisseur magnétique (5) comporte une pluralité d'électroaimants (6) montés deux à deux en opposition, de part et d'autre dudit tube de transmission (4).

4. Système de transmission selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que ledit amortisseur magnétique (5) comporte :

- au moins un capteur (12) pour mesurer le déplacement latéral du tube de transmission (4) ; et
- une boucle d'asservissement (14) qui commande la génération de la force magnétique agissant sur le tube de transmission (4), en fonction des mesures réalisées par ledit capteur (12).

5. Système de transmission selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que ledit amortisseur magnétique (5) est formé de manière à engendrer une force magnétique permettant de décaler au moins ladite fréquence propre (F1, F2, F3) du tube de transmission (4).

6. Système de transmission selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit amortisseur magnétique (5) est formé de manière à engendrer une force magnétique décalant la fréquence propre (F1, F2, F3) sensiblement de 3% de la valeur initiale de ladite fréquence propre.

7. Système de transmission selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'il comporte de plus :

- au moins un capteur (12) pour mesurer le déplacement latéral du tube de transmission (4) ; et
- des moyens de diagnostic (22) qui déduisent des mesures réalisées par ce capteur (12) un éventuel dysfonctionnement du système de transmission (1).

8. Système de transmission selon la revendication 1, pour un hélicoptère muni d'une boîte de transmission principale (2) et d'une boîte de transmission arrière (3),

caractérisé en ce que ledit au moins un tube de transmission (4) relie ensemble lesdites boîtes de transmission principale (2) et arrière (3).

9. Système de transmission selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte un seul tube de transmission (4).

5 10. Système de transmission selon l'une des revendications 8 et 9,

caractérisé en ce que ledit amortisseur magnétique (5) est agencé entre lesdites boîtes de transmission principale (2) et arrière (3), à une distance (d) de ladite boîte de transmission principale (2), qui est sensiblement
10 égale à un dixième de la longueur totale (L) dudit tube de transmission (4).

1/2

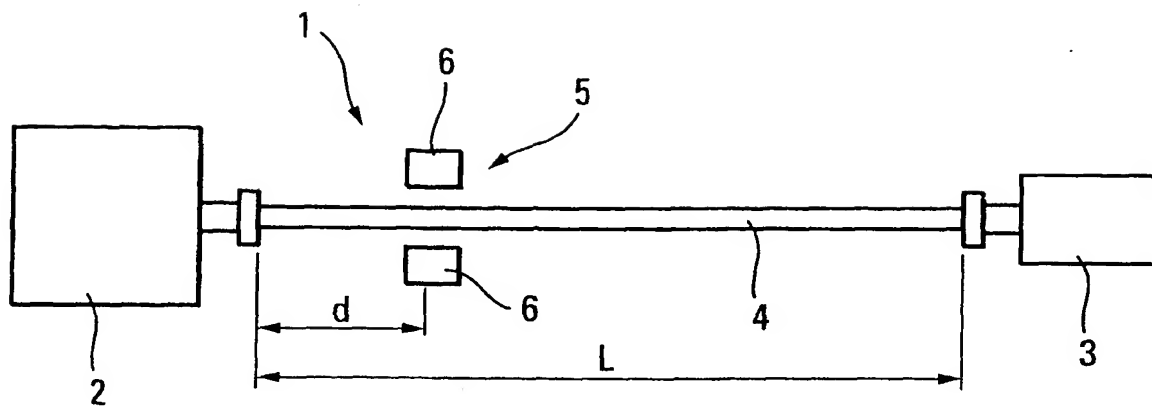


Fig. 1

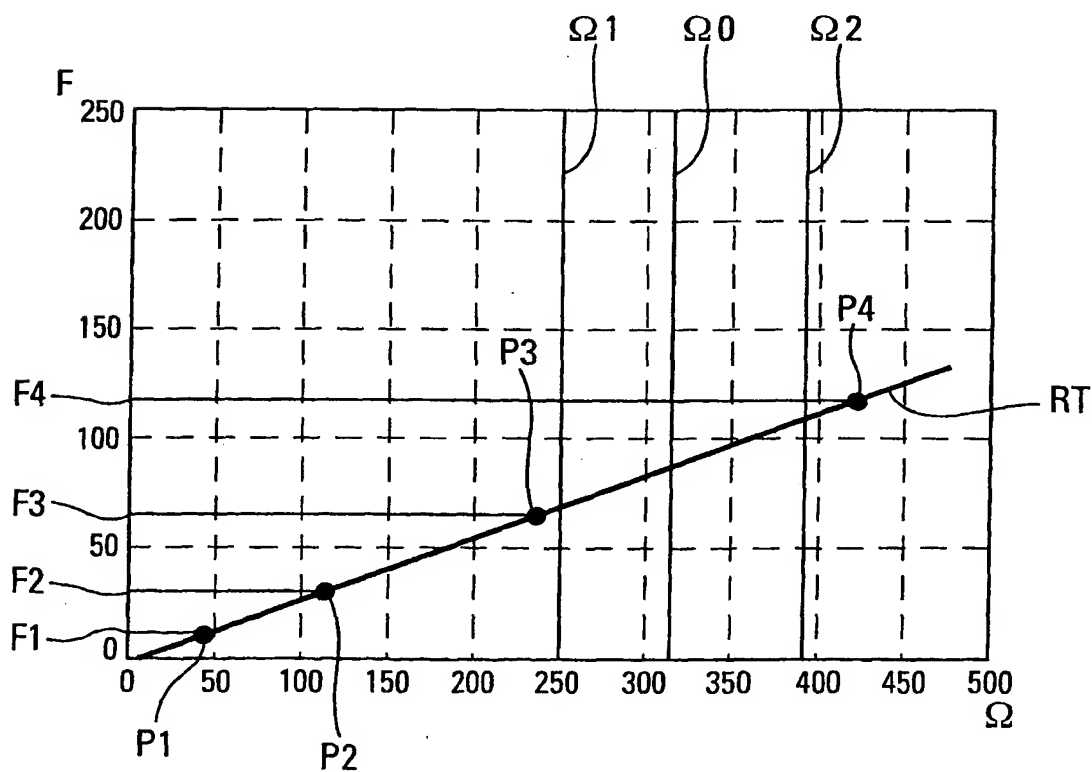


Fig. 2

2/2

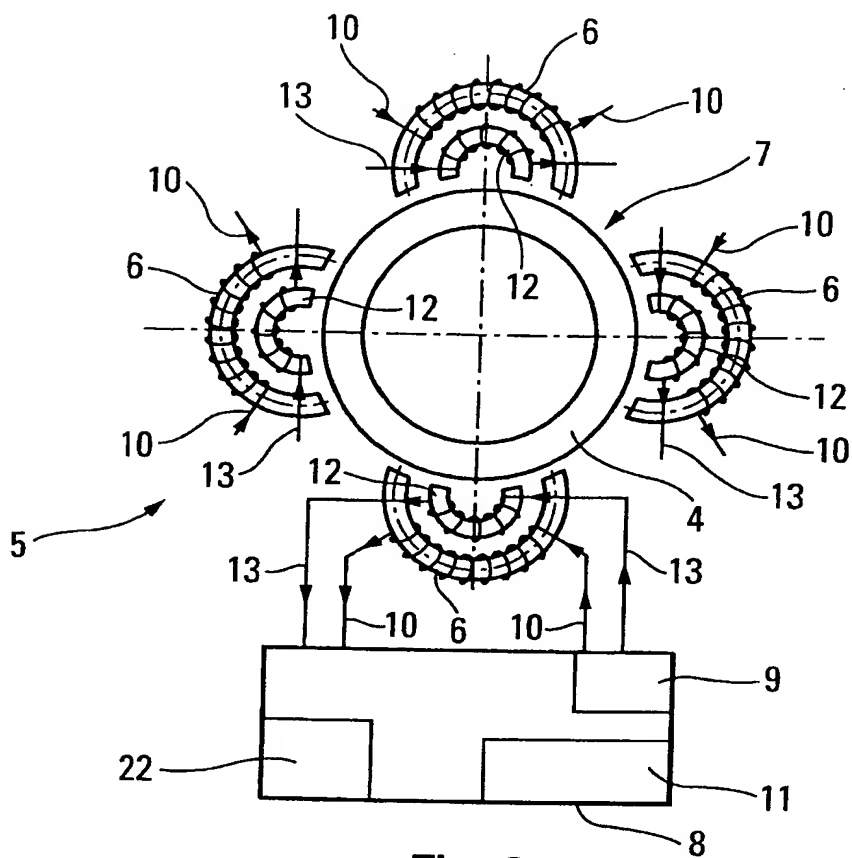


Fig. 3

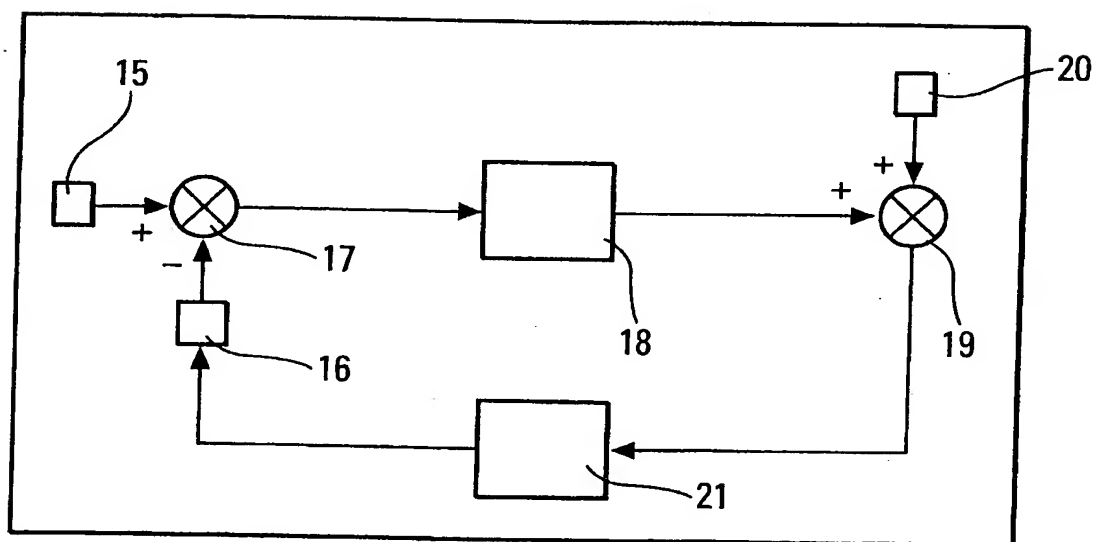


Fig. 4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 597725
FR 0015513

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 6 138 629 A (HOFFMANN BERNHARD ET AL) 31 octobre 2000 (2000-10-31) * figure 2 * * abrégé * * colonne 1, ligne 35 - ligne 40 *	1-4	B64C27/12 F16F15/03
A	US 4 686 404 A (NAKAZEKI TSUGITO ET AL) 11 août 1987 (1987-08-11) * figure 1 * * revendication 1 *	1-4,7	
A	US 4 128 795 A (HABERMANN HELMUT ET AL) 5 décembre 1978 (1978-12-05) * figures 1-3 * * colonne 1, ligne 47 - colonne 2, ligne 4 *	1-4,7	
A	WO 98 05882 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG ; ISAD ELECTRONIC SYS GMBH & CO (DE); Z) 12 février 1998 (1998-02-12) * page 13, ligne 30 - page 14, ligne 8 *	5	
A	US 3 963 372 A (MCLAIN RICHARD D ET AL) 15 juin 1976 (1976-06-15) * figure 1 *	1,8,9	F16F B64C
A	US 5 271 295 A (MARNOT PAUL H) 21 décembre 1993 (1993-12-21) * figure 1 *	1,8,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 août 2001		Beaumont, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



PRELIMINARY SEARCH REPORT

National
Registration N°

established on the basis of the last claims
filed before the beginning of the search

FA 623679
FR 0210563

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		Relevant to claim(s)	Classification to the invention attributed by INPI
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages		
A	US 5 895 012 A (KRYNSKI THOMASZ ET AL) 20 April 1999 (1999-04-20) *the document in entirety*	1-7	G05D17/02 B64C27/12
A	US 3 954 229 A (WILSON WILLIAM F) 4 May 1976 (1976-05-04) *the document in entirety*	1-7	
A	FR 2 817 234 A (EUROCOPTER FRANCE) 31 May 2002 (2002-05-31) *the document in entirety*	1-7	
			<p>TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.7)</p> <p>G05D B64C</p>
Date of completion of the search		Examiner	
July 2, 2003		Philippot, B	
<p>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</p> <p>X: particularly relevant if taken alone Y: particularly relevant if combined with another document of the same category A: technological background O: non-written disclosure P: intermediate document</p> <p>T: theory or principle underlying the invention E: earlier patent document, but published on, or after the filing date D: document cited in the application L: document cited for other reasons</p> <p>& : member of the same patent family, corresponding document</p>			

2003

ANNEX TO THE PRELIMINARY SEARCH REPORT

ON FRENCH PATENT APPLICATION NO. FR 0210563 FA 623679

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned preliminary search report.

The members are as contained in the European Patent Office EDP at the date of July 2, 2003

The European Patent Office or French Administration are in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5895012	A	20-04-1999	FR	2747099 A1	10-10-1997
US 3954229	A	04-05-1976	AUCUN		
FR 2817234	A	31-05-2002	FR	2817234 A1	31-05-2002
			US	2002065139 A1	30-05-2002

